

韓國 Fine Ceramics 教育 및 研究開發活動

林 應 極
서울대학교 名譽教授

1. 緒 論

우리 韓國은 큰 中國에 隣接한 半島에 位置하면서 5,000年이라는 悠久한 歷史와 文化를 創造하였다. 新羅와 高麗時代에는 佛敎, 李朝時代에는 儒敎를 崇尚하여 왔기에 이들 宗敎가 우리 文化發展에 많은 影響을 미친 것만은 事實이다. 特히 陶藝에 있어서는 그러하다. 우리나라는 中國다음 世界에서 2 번째로 빨리 素文靑磁를 만들었다. 이것은 高麗時代 淳化四年(993년) 銘壺로 確認되어 있다. 그 후 12世紀初에는 翡翠色이 감도는 靑磁와 12世紀中葉에는 世界에 자랑할 수 있는 象嵌靑磁를 우리나라 固有의 世界最初의 것을 만들었다. 李朝初에서 任辰倭亂까지는 粉靑沙器의 全盛期를 맞이하였고, 그 後에는 白磁, 靑華白磁, 辰砂鐵砂 등 分院時代의 絕頂期를 이루어 世界에 그 名聲을 떨쳤던 것이다. 1883年 分院이 廢되면서 우리나라 陶磁器工業은 幕을 내리게 된 것이다.

1916年 京城工專에 窯業科가 韓國에는 처음 생겨서 專門敎育이 시작되었고, 1922年 京城高工으로 改稱되면서 窯業科가 應用化學科에 併合되었다. 그러나 1917年에 釜山硬質陶器工場이 建設되면서 傳統窯業을 脫皮한 現代式 窯業의 搖籃期를 이룩했던 것이다.

1940年 京城帝大에 應用化學科가 생기면서 부터 大學敎育이 처음 시작되었다. 解放後에는 一般으로 化學工業科에서 窯業을 다루게 되었다. 1960年에 漢大에 처음으로 窯業工學科가 設置되었는데 1965年에 이것이 無機材料工學科로 改稱되면서 他 大學에서도 이 名稱을 따르게 되어 現在 8個 大學에 이 科가 있으나 오직 延大만이 窯業工學科로 남아있다. 科의 名稱대로 金屬을 除外한 無機材料을 다루게 되는데 傳統窯業보다는 尖端材料를 더 많이 敎育하는데 힘쓰게 되었다.

其他 材料工學科가 全國에 11個 大學에 있으나 慶北大學과 KAIST를 除外하고는 無機材料의 研究가 活潑치 못하고, 대개가 金屬材料에 置重하는 傾向이 있다. 또 電子材料工學科도 全國에 2個 大學에 있으나 研究는 역시 活性化되어 있지 않다.

研究開發分野에 있어서는 2,000年을 向한 科學技術 發展計劃의 實踐을 위하여 제6차 經濟社會發展 5個年計劃 및 年次別 計劃에 反映하고 今年의 科學技術投資을 GNP 對比 2% 늘리는 計劃을 세우고 있는데 今年에는 우선 5大重點 事業群을 設定 500億원을 配정 그

중에서도 정밀化學, 生命工學, 新素材分野에 142 億원과 大學教授들에 配當되는 目的基礎研究에 50 億원이 所要된다. 또한 政府는 基礎研究에 重點을 두어 今年 特定研究 開發事業費中 10 %를, 政府의 研究開發投資中 20 %를 基礎研究에 投資할 計劃이며 第6次 5 個年 計劃末인 1991 年까지는 GNP 對比 2.5 %로 높이고 2001 年까지는 3.1 %까지 높일 豫定으로 있고, 向後 15 年까지 즉 2001 年까지 54 兆원 (\$ 54 billion) 까지 投資할 計劃을 세우고 있으나 아직 細部計劃은 發表되지 않고있다.

2. 教 育

우리나라의 窯業科에서는 1960 年 設立以來 傳統窯業을 주로 가리켜오고 있었는데 電子工業이 發達됨에 따라, 이를 機能別로 다루게 되고 그 名稱도 新窯業 또는 파인 세라믹스 (Fine ceramics), 하이테크 세라믹스 (High tech. ceramics) 또는 新素材 (Advanced materials) 등 여러 말을 쓰게 되었다.

우리나라에 窯業科가 大學에 設置된 以來 1986 年 2 月까지 學部卒業生이 2,709 名, 碩士學位授與者 298 名, 博士學位授與者는 24 名에 不過하다. 이들 大學의 教授陳은 各大學마다 4~7 名式이 있고 教授는 45 名이며 그 中 東京工大 博士所持者가 10 名 정도이다. 漢大, 延大 및 서울大에서만 博士가 輩出되고 其他大學에서는 아직 全無 狀態이다. 表1 에 나타냄.

Table 1. Total Graduates from Institutes Having Inorganic materials or Ceramic Department and their Establishment years (as of date: Feb. 1986)

Institute	B.S.	M.S.	Dr. Sci.	Established in	Professor
Hanyang U.	1050	98	15	1960	7
Inha U.	320	27	0	1969	6
Jonnam U.	176	5	0	1968	6
Kyongnam U.	13	0	0	1982	4
Myungji U.	70	9	0	1980	4
Pusan U.	200	25	0	1966	5
Seoul U.	366	62	2	1969	7
Yonsei U.	514	72	7	1969	6
Sum	2709	298	24		45

3. 研究開發

研究費는 科學技術處나 文敎部 등의 政府機關과 科學財團, 産業財團, 學術振興財團 등의 政府出捐財團 등에 의하여 大學 또는 政府出捐研究機關에 주어진다. 特히 産業財團에서 나오는 研究費는 그 財團과 企業體와의 共同投資로서 大學教授에 주어지는 것으로 企業體의 積極參與를 勸獎하고 있다. 私立企業體에서 研究費를 提供하는 경우가 있는데 서울工大의 경우 1983년도에 약 30%였고, 政府 및 科學財團에서 나오는 것이 約 半程度를 차지하고 있는데 이 傾向은 政府의 科學技術振興政策에 힘입어 政府에서 나오는 研究費가 激增하고 있는 趨勢에 있다.

企業體間에서 組織한 研究組合을 形成하여 共同研究를 할 경우에는 長期低利로 貸付를 해준다든가, Venture Capital의 경우 이보다 더 좋은 條件을 提示하여 研究를 勸獎하고 있다. 그러나 大企業體에서 出資하는 研究費는 賣上高의 0.1%에 不過하여 매우 인색한 편이다. 研究開發投資의 內容에 있어서 우리나라는 先進國에 比하여 相對的으로 研究所의 建物新築, 研究機資材의 擴充에 置重하고 있다. 즉 研究施設投資費가 約 32%에 이르고 純粹研究開發費는 全體研究開發投資의 68%밖에 안된다. 外國의 경우 日本은 全體研究投資中 17.5% 西獨은 11.6%, 英國은 9.6%를 施設費로 使用하고 80~90%를 人件費, 材料費 등 純粹研究費로 割愛하고 있다. 우리나라 全體研究開發(R&D)投資가운데 純粹基礎研究投資比率이 3.4%에 不過하여 先進國의 경우 13~15%에 比하여 매우 적은 편이다. 最近 3年間('82~'84) 外國의 科學技術豫算 伸張率이 프랑스 15.7%, 美國 11.2%, 西獨 4.8%였었는데 韓國 科技處의 今年 豫算이 昨年보다 19.2% 늘었다는 것은 늦게나마 科學技術의 重要性을 깨달은 所致라고 본다.

韓國黨業學會에서 開催하는 春季 및 秋季總會時 學術發表의 內容 및 件數를 土台로 우리나라 파인 세라믹스의 研究開發活動을 1980년부터 1986년까지 살펴보기로 하겠다.

이 期間中 總發表件數가 表2와 같이 529件이다. 이것은 4段階의 伸張을 나타내고 있다. 즉 1980년의 發表件數는 27件에 不過했던 것이 1981년에서 1983년까지는 平均 46件으로 70%의 伸張을 보였는데 第3段階인 1984~1985年度에는 發表件數 103件으로 2.2배의 伸張率을 보이었고 끝으로 1986년에는 158件으로 53%의 伸張率을 나타내고 있다. 이것은 1980년에 比해 무려 約 6배의 高度 伸張率을 보이고 있다. 特히 이들 發表內容을 살펴보면 基礎研究가 7年間 每年 平均 43%의 伸張率을 꾸준히 維持하며 가장 많이 發表되었고, 그 다음이 電子黨業材料系統으로 7年平均 18%의 伸張率이다. 勿論 基礎研究中에도 電子材料의 關聯있는 것이 表3과 같이 여럿 있는데 1984년부터 1983년의 倍以上의 伸張率을 보여주고 있다. 또 表2에 보인바와 같이 傳統黨業系例의 研究發表도 있으나 그 중에서도 우리가 가장 많은데 最近의 趨勢는 이중에 電氣磁氣의 性格을 띠운 것이 많이 들어있다. 유리연구와 電

Table 2. Total Papers in all fields Presented at the annual meeting of the Korea Ceramic Society, 1980 ~ 1986

Fields \ Year	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Basic Science	13	20	21	18	43	48	69
Cemut	3	6	3	3	8	8	9
Ceramic Metals System	1	4	1	6	5	7	7
Design				1			
Electronics	4	2	9	10	16	36	39
Glass	3	4	10	6	11	9	24
Materials & Equipment		1			3	2	5
Nuclear							
Refractories	1	2		2	5	2	5
Structural							
Clay Product		2					
Whiteware	2	1	5	2	1		
Sum	27	42	49	48	92	113	158
Total	529						

子材料研究發表를 합하면 기초연구발표건수와 비슷하게 된다. 그 다음이 시멘트研究發表件數인데 시멘트研究發表는 表2에 發表된 以外에 每年 시멘트심포지엄을 열어 傳統窯業研究中에서는 第一 活氣를 띄우고 있다. 陶磁器研究發表는 1985년부터 發表가 끊기고 있는데 陶磁器試驗所가 馬山에서 서울로 移轉해 오면서 機構가 바뀌고 研究員도 줄고 파인 세라믹스도 研究해 오기 때문에 馬山에 있을 때는 試驗所報告書에 많은 論文이 시멘트심포지엄 못 지않게 실려있는 것을 볼 수 있다.

表3은 基礎研究論文의 內容을 性質上으로 區分하여 表示한 것이다. 그중 가장 많은 發表件數가 化學的 性質을 다룬 것으로 全體發表件數의 約 半을 차지하고 있다. 그 다음이 輸送現象, 熱的性質, 電磁氣的 性質의 順으로 되어 있지만 그 차이는 別로 없다. 또 1984년부터 發表件數가 倍以上으로 늘어남을 볼 수 있다.

表4는 原料合成에 관한 論文으로 今年에 들어서 急伸張함을 볼 수 있는데 時代의 추세에

Table 3. Total basic science research papers in each subfield (1980 ~ 1986)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Mechanical					2	7	8
Electromagnetic		4	1	2	5	5	6
Thermal	3	3	4	3	5	6	7
Optical					2	3	0
Conveying Phenomena (including rheology)	1	3		1	8	10	10
Chemical (including phase equilibria & Crystal)	7	9	14	10	20	15	34
General	2	1	2	2	-	1	4
Sum	13	20	21	18	42	47	69

발맞추어 ZrO₂ 와 사이아론의 發表件數가 가장 많다.

Table 4. Total raw material synthesis papers (1980 ~ 1986)

Raw material Year	Al ₂ O ₃	ZrO ₂	SiC	Si ₃ N ₄	Sialon	Others	Sum
1980				1		1	2
1981							
1982						4	4
1983						1	1
1984						6	6
1985		1	1		4	4	10
1986	2	8	2	3	4	13	32

表5에는 電子材料研究를 性質에 따라 區分하고 年度別로 나타내었는데 電氣的 性質의 것이 過半數를 차지하고 있고 1985년부터 倍以上으로 伸張함을 볼 수 있다.

表6은 電子研究論文을 機能別로 細分한 것인데 總發表件數로는 壓電體, 페라이트, 誘電體의 順으로 되어 있지만 그 차이는 別로 큰 편은 아니다. 페라이트는 1982년부터 發表가 3~5件으로 꾸준히 계속되고 있고 軟磁性보다 硬磁性 材料를 많이 다루고 있다. 其他 溫

Table 5. Total electronic research papers due to properties
(1980 ~ 1986)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Mechanical						1	1
Electrical	3	1	4	5	10	24	20
Magnetic	1	1	3	4	3	2	2
Thermal					1	2	4
Optical			1	1	1	2	5
Chemical							4
Physical			1		1	5	3
Sum	4	2	9	10	16	36	39

度調節用 NTC, 電子빔용 PTC 서어 미스터, 電壓安全素子用 ZrO_2 바리스터, 一酸化炭素
漏出警報器用 SnO_2 가스센서 등은 半導성을 이용한 것으로 壓電性材料的 研究發表件數와
比等하다. 이온電導성을 이용한 固體電解質인 $\beta-Al_2O_3$ 電池에 관한 發表가 總 12 件이 있
다. 光學素子로서 總 9 件의 發表가 있는데 強誘電성을 가진 PLZT 系의 光學的 效果를 노
린 것으로 메모리, 디스플레이, 光샤터 등에 이용될 수 있는 소자이다.

Table 6. Total electronic research papers in each subdivided field
(1980 ~ 1986)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Ferrite	1		3	4	4	5	5
Condenser	1		1	1	3	6	7
Varistor	1	1		1		2	
Thermister			1	1	3	3	4
SnO_2 Gas Sensor			1			4	4
Solar Cell			1			3	
Piezo mtls.	1	1	2	1	2	6	13
Battery				1	3	4	4
Optical mtls.				1	1	3	4
Sum	9	2	9	10	16	36	41

表7은 유리에 관한 發表論文으로 性質로 區分하여 分類하고 있는데 今年에 發表件數가 부족 是 것은 알 수 있다.

Table 7. Total glass research papers due to properties (1980 ~ 1986)

Year Field	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Mechanical	1				1		4
Electrical		2	2	2	2	2	4
Magnetic							1
Thermal	1	1	1				1
Optical	3	2	1	1			3
Chemical	1	3	1	1			2
Physical	2	2	1	6	2	2	9
Sum	9	11	6	10	4	3	24

表8은 모든 分野에 걸쳐 各大學別로 發表件數를 綜合한 것으로 表2의 綜合發表件數 529件 보다 106件이나 많은 것은 發表者가 重複이 된 것을 갈라놓았기 때문이다. 이 表8에는 表2와 마찬가지로 特別講演者 등 外國人도 包含되어 있다. 表8에 나타난 論文發表件數는 表1의 無機材料工學科나 窯業工學科가 있는 大學의 碩士學位 所持者數와 比例하고 있다. 卽 漢大, 延大, 서울大, 仁荷大, 釜山大, 明知大, 全南大 順으로 되어 있고, 기타大學은 산발적 인 發表뿐이다. KAIST는 表1에는 大學院大學이고 材料工學科만 있기 때문에 없지만 이

Table 8. Total papers presented at the annual meetings of the Korean Ceramic Society (1980 ~ 1986) from institutes

Institute	Total Papers	Basic Science	Glass	Electronics	Others
Hanyang U.	149	56	19	16	58
Inha U.	43	10	14	6	13
Korea U.	4		3		1
NIRI	14	5	4	3	2
Kyonghi U.	1		1		
Pusan U.	33	18	1	10	4
Yonsei U.	79	37	7	20	15
KAIST	86	43	3	23	17
Aju U.	3		1		2

Institute	Total Papers	Basic Science	Glass	Electronics	Others
Yongnam U.	2	1		1	
Kumkang R.L.	2	1			1
Kyongki Open College	1	1			
Kyongbuk U.	25	3	2	20	
SNU	57	35	3	11	8
Berlin HS	1		1		
Kyongnam Jr Eng. College	2	1			1
Munchen H.S.	1	1			
Ssangyong Cem. Co.	8	3			5
White Ware Rea. Ins.	13	3		5	5
Korea Ferrite	1	1			
Chonnam U.	14		7	2	5
POSCO	19	3	1	1	14
Myongji U.	19	15		3	1
Kangwon U.	2	1	1		
Konkuk U.	6	1	3	2	
Taegu Jr Eng. Coll.	1	1			
Military Academy	2	1	1		
Aachen H.S.	1				1
CNW Co.	3	1			2
Seoul Teachers U.	1				1
Samsung Semiconductor Co.	4	2	1	1	
Hankook Glass	1		1		
Pusan Open College	5	1		4	

Institute	Total Papers	Basic Science	Glass	Electronics	Others
Koransha	1				1
Samsung Elec.	1			1	
Kyongsang U.	4	2	1		1
Korea Tungsten Mining Corp.	3	3			
Max Planck Inst.	1	1			
Kyongnam U.	5	2	1		3
Kyoto U.	1	1			
Samsung Corning	3	1	1	1	
Choongang U.	3	2			1
Tongjin Trading Co.	2	1			1
KRICT	3	2			1
Nat. Defence Academy	1		1		
Tokyo Inst. Tech	2	2			
Chinhae Mech. Inst.	1			1	
Hokkaido U.	1	1			
Hitachi	1				1
Sum	635	262	77	131	165

表 8에 發表件數가 많은 것은 他大學卒業生이 이 大學院으로 進學하기 때문보다는 研究所側의 파인 세라믹스 研究가 活潑하기 때문인 것이다. 材料工學科가 있는 11 個大學中 唯獨 慶北大學에서만 25 件의 發表가 있는 것은 過去에 電子特性大學이 었기 때문인 것이다. 其他 大學外에 發表件數가 8 件 以上되는 곳은 國立工學試驗院, 陶磁器試驗所, 浦鐵中央研究所, 雙龍中央研究所 등을 들 수 있는데 私立 研究機關에서는 發表로 인한 秘密露出을 염려하여 發表件數가 적거나 없는 곳도 많으리라고 본다. 따라서 이들 表에 나타난 數字만 가지고 評價함은 매우 危險하고 試驗設備를 더욱 擴充하고 研究費가 充分하여야 좋은 研究成果를 올릴 수 있다고 思料되는 바이다.

그림 1~3을 보면 基礎科學 發表件數는 表 1과 8과 대개가 유사하지만 그림 2의 유리發

表件數는 漢大, 仁荷大, 延大, 全南大 順으로 되어 있다. 이것은 유리專攻教授의 數字에 依存되고 있기 때문이다. 그림 3의 電子研究發表件數는 確實히 면모를 일신하고 있다. 卽 KAIST가 단연코 많은데 이는 파인 세라믹스系의 責任研究員이 4名이나 있기 때문이고 一般 企業人의 研究依賴나 國策研究 등을 도맡아 하기 때문으로 본다.

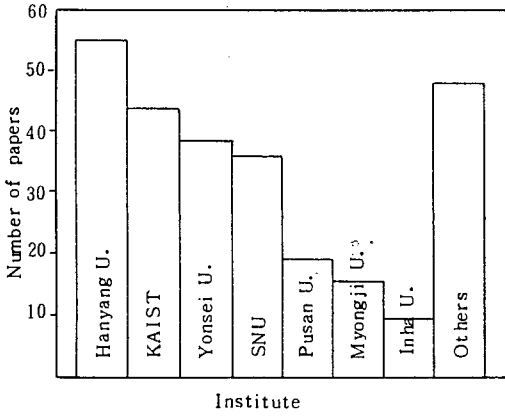


Fig.1 Plot of total basic science research papers in each institution (1980 ~ 1986)

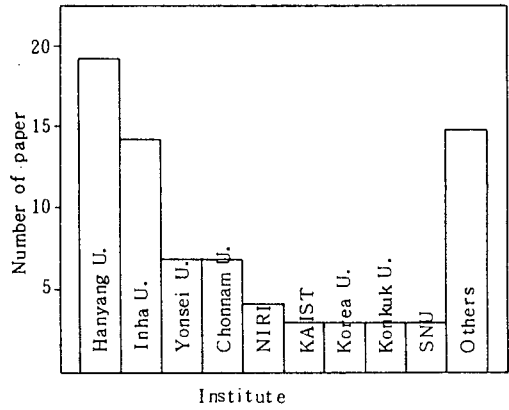


Fig.2 Total glass research papers in each institution (1980 ~ 1986)

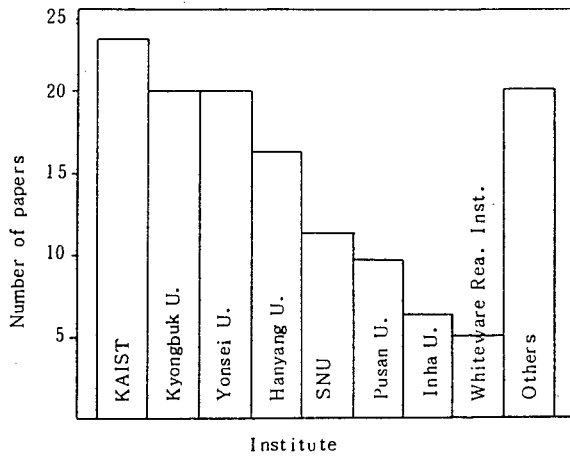


Fig.3 Total electronics research papers in each institution (1980 ~ 1986)

結 論

研究施設이 不充分하고 研究費도 적은 惡條件을 克服하면서 大學街의 研究活動이 1984년 부터 급작이 活氣를 띠게 된 것은 우리나라의 工業이 그만큼 發展이 된 것으로 多幸한 일이

라 아니할 수 없다. 技術革新의 밑바닥이 되고, 技術開發의 原動力이 될 수 있는 大學에서의 基礎研究가 要求되고 其他 研究機關에서의 研究開發이 이루어져야 할 것이다. 다음은

① 極히 最近에 이르러 파인 세라믹스의 原料合成에 관한 研究가 이루어져 1985 年에야 Si 含有量 50 ppm 以下の 高純度 酸化鐵이 生産되는 정도이고 거의 原料는 輸入에만 依存하고 있으므로 高純度の 原料確保가 切實하다.

② 韓國의 部品生産業界가 大部分 外國의 素材供給에 의한 單純組立의 生産構造 形態로 되어있기 때문에 國產素材의 市場開拓이 困難하다.

③ 産業用 파인 세라믹스는 多品種 小量生産體制인 反面 全體的인 市場規模가 작고 小量注文, 注文時期 不均等 등 때문에 經濟的 生産管理가 困難하다.

이러한 여러 難關을 突破하기 위하여

① 廣範圍하고 깊은 基礎考問을 研究하여 研究開發을 위한 技術蓄積을 要하고

② 廣範圍한 專門技術者를 養成하여 人材를 蓄積하고

③ needs에 따른 市場確保로 市場蓄積에 힘써 나아가야 하겠다.

요컨대 基本設計, 新素材, system, SW 등 核心技術을 重點開發確保하여 이것을 重要産業分野에 널리 波及 活用함으로써 技術先進化를 達成할 수 있을 것이다. 또한 韓國의 파인 세라믹스 發展은 相當한 潛在期間이 必要하지만 日本을 包含한 地域協力에 의하여 그 潛在期間을 短縮할 수 있을 것이다.